

Caracterização Biométrica das Fibras da Madeira e Casca da *Acacia melanoxylon* e *Eucalyptus globulus*

Fátima Tavares¹, Teresa Quilhó², Isabel Miranda¹, Fernanda Bessa², Cláudia Santos¹ e Helena Pereira¹

¹UTL. Instituto Superior de Agronomia. Centro de Estudos Florestais. Tapada da Ajuda, 1349-017 LISBOA

²Instituto de Investigação Científica e Tropical. Centro de Florestas e Produtos Florestais. Tapada da Ajuda, 1349-017 LISBOA

Resumo. Neste trabalho caracterizaram-se as fibras da madeira e da casca da *Acacia melanoxylon*, na árvore e entre árvores em diferentes condições ambientais. Os resultados compararam-se com os da *Eucalyptus globulus*. O comprimento e espessura da parede das fibras foram determinados em 20 árvores, provenientes de 4 povoamentos. A variação axial foi analisada em 3 níveis da altura total da árvore (5%, 35% e 65%) e a variação radial em 5 posições do raio (10%, 30%, 50%, 70% e 90%) de cada nível de altura. As medições efectuaram-se em elementos dissociados.

O comprimento das fibras decresce da base para o topo da árvore e radialmente aumenta da medula para a periferia. A espessura da parede das fibras não apresentou um modelo específico de variação axial e radialmente aumentou da medula para o exterior com algumas flutuações. O comprimento das fibras da casca e a espessura das fibras da madeira apresentaram diferenças significativas entre locais.

As características biométricas das fibras da *A. melanoxylon* são semelhantes às das fibras da *E. globulus*.

Palavras-chave: *Acacia melanoxylon*, *Eucalyptus globulus*, madeira, casca, comprimento da fibra, espessura de parede da fibra

Introdução

A *Acacia melanoxylon* R.Br. e a *Eucalyptus globulus* Labill. são espécies originárias da Austrália e foram ambas introduzidas em Portugal como plantas ornamentais. A introdução de espécies exóticas em larga escala surgiu no séc. XIX, onde foram determinantes a acção de alguns particulares e de serviços do Estado (a partir da criação dos Serviços Florestais, em 1886) para a florestação de incultos nas serras e dunas e também no fomento da arborização em terrenos dos particulares (LEITE *et al.*, 1999). As acácias usadas na fixação da ante-duna tiveram um papel inestimável no sucesso destas difíceis arborizações e permitiram a sobrevivência dos povoamentos mais interiores (LEITE *et al.*, 1999). Hoje encontra-se a *A. melanoxylon* ao longo da costa Atlântica em associação com espécies do género *Pinus* e em povoamentos puros ou mistos no interior do país, principalmente nas áreas mais sujeitas ao risco de fogo.

A madeira da *A. melanoxylon*, considerada com qualidade para carpintaria e mobiliário (JENNINGS *et al.*, 2003), tem também potencial para a produção de pasta para papel (GIL *et al.*, 1999). A acácia começou por ser cultivada pelas qualidades da casca para a indústria de

curtumes resultantes do seu teor em taninos (ILVESSALO-PFAFFLI, 1995) e actualmente pode ser usada em compósitos de madeira e na fabricação de painéis aglomerados (PEDIEU *et al.*, 2009).

Existem poucas publicações sobre a caracterização anatómica e variabilidade desta espécie, tanto da casca como da madeira (GHOUSE & IQBAL, 1977; IQBAL & GHOUSE, 1983 and ISAIAS, *et al.*, 2005). Neste contexto, as características biométricas das fibras são especialmente importantes devido ao papel relevante que assumem nas propriedades da madeira e casca e no uso final.

Este estudo caracteriza a variação biométrica das fibras da madeira e da casca da *A. melanoxylon*, na árvore e entre árvores que cresceram sob condições ambientais diferentes, com vista à utilização desta matéria-prima pela indústria de pasta para papel. Os resultados são comparados com as características das fibras da madeira da *Eucalyptus globulus* que é a espécie consumida em Portugal para a produção de pasta de fibra curta (5,8 milhões m³ s/casca em 2007; CELPA, 2007).

Material e métodos

O estudo foi efectuado em 20 árvores da *A. melanoxylon* da classe de diâmetro 40, provenientes de quatro povoamentos localizados no Norte e Centro de Portugal: Caminha, Ponte de Lima, Ovar e Viseu, com 5 árvores por local. No Quadro 1 encontram-se as características gerais das árvores seleccionadas em cada local.

Quadro 1 - Características médias e desvio padrão das árvores dos 4 locais escolhidos

Local	D.A.P. (cm)	Altura total (m)	Altura da copa viva (m)
1- Caminha	39,78±1,49	30,44±3,61	18,10±1,90
2- Ponte Lima	41,10±3,51	28,72±2,55	12,01±4,66
3- Ovar	39,18±3,10	32,96±2,20	24,57±2,76
4- Viseu	41,00±2,85	28,61±2,83	16,83±4,55

Para o estudo da variação biométrica axial e radial das fibras foram retiradas amostras a três níveis de altura (5%, 35% e 65% altura total) de cada uma das árvores e em cada nível de altura foram amostrados cinco pontos ao longo do raio (10%, 30%, 50%, 70% e 90% do comprimento do raio).

Efectuou-se a dissociação das amostras de madeira com o soluto de Franklin durante 24-48h em estufa a 60°C.

Determinou-se o comprimento e a espessura da parede de 40 fibras em cada ponto amostra, com o analisador de imagem semi-automático Leitz ASM 68K, acoplado ao microscópio. Para cada nível foi calculado o valor médio do comprimento e da espessura de parede das fibras.

Resultados e discussão

Comprimento das fibras

A Figura 1 mostra o aspecto geral das fibras dissociadas da *Acacia melanoxylon* (Figura 1-A) e da *Eucalyptus globulus* (Figura 1-C). As fibras são fusiformes com crescimento intrusivo apical nas duas extremidades e em algumas acácias as fibras são bifurcadas numa delas (Figura 1-B).

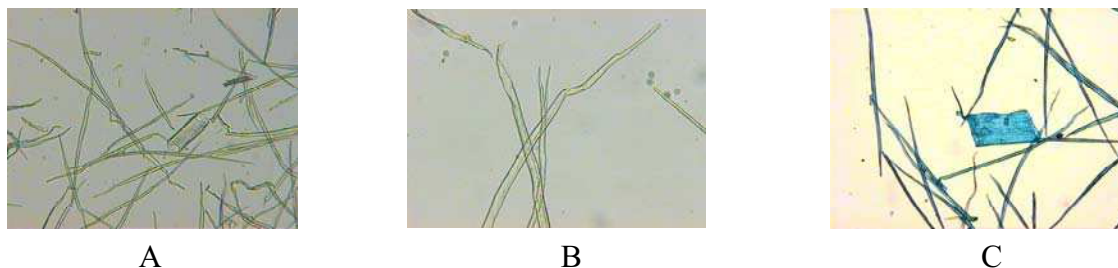


Figura 1 - Elementos dissociados da madeira: A - *Acacia melanoxylon* - diferentes tipos de células: fibras liberiformes, elemento de vaso. B – Fibra liberiforme bifurcada numa extremidade. C - *Eucalyptus globulus* – diferentes tipos de células: fibras liberiformes, elemento de vaso

As fibras da casca da *A. melanoxylon* são semelhantes às da casca da *E. globulus* como se mostra na Figura 2 A-B, respectivamente. As fibras da casca da *A. melanoxylon* apresentam as mesmas características referidas para o lenho.

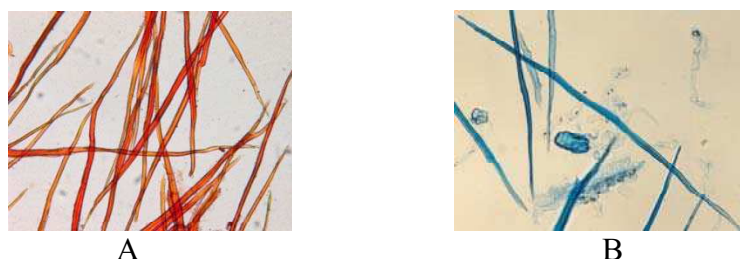


Figura 2 - Elementos dissociados da casca: A - *Acacia melanoxylon* - fibras liberiformes. B - *Eucalyptus globulus* – fibras liberiformes

Em relação ao comprimento das fibras da madeira, os locais Viseu e Ovar, apresentaram as árvores com fibras de maior comprimento e em ambos os locais com o valor médio de 0,96mm. Os locais Caminha e Viseu apresentaram as árvores com menor e maior valor do comprimento médio de 0,87 e 1,05 mm, respectivamente. Na casca da *A. melanoxylon* as fibras foram 35% maiores do que as do lenho.

O Quadro 2 resume o comprimento médio das fibras da madeira e da casca nos quatro locais. Na madeira o comprimento médio das fibras nos quatro locais é maior do que o indicado por GIL *et al.* (1999) e SANTOS *et al.* (2005) de 0,75 mm e 0,649 mm, respectivamente. No entanto, é próximo dos da *A. mangium* com valores 0,934 mm e de 1,018 mm mencionados por SAHRI *et al.* (1993) e dos valores da *E. globulus* de 0,87 e 1,04 mm referidos por Jorge *et al.* (2000), sendo ambas usadas na produção de pasta para papel.

Quadro 2 - Comprimento das fibras da madeira e casca (mm) da *A. melanoxylon* nos quatro locais. Média e desvio padrão de cinco árvores por local

	Caminha	Ponte de Lima	Ovar	Viseu
Madeira (mm)	0,90 ± 0,02	0,94 ± 0,02	0,96 ± 0,06	0,96 ± 0,04
Casca (mm)	1,33 ± 0,04	1,42 ± 0,11	1,59 ± 0,12	1,35 ± 0,05

O comprimento médio das fibras da casca da *A. Melanoxylon*, que apresentou diferenças significativas entre locais, é semelhante ao de outras espécies de *Acacia* (Isaias *et al.*, 2005), como *A. bilimekii* (1,016-1,201 mm) ou *A. cochliacantha* (1,281-1,352 mm) e um pouco maior que os valores indicados por IQBAL & GHOUSE (1983) para *A. nilotica* var. *telia* (0,986–1,188 mm). O comprimento das fibras da casca da *A. melanoxylon* é superior ao valor encontrado para a *E. globulus*, cujas fibras variam entre 1,16 e 1,38 mm (QUILHÓ, 1998).

Variação radial

Na madeira, o aumento do comprimento das fibras entre a medula e a casca foi o padrão de variação radial de todos os locais, em todas as árvores e para todos os níveis de altura (5%, 35% e 65% da altura total) e atinge o valor médio de 1 mm próximo da posição 70% do comprimento do raio, tanto nas zonas do litoral como nas do interior do país. A Figura 3 apresenta a variação radial do comprimento das fibras na madeira da *A. melanoxylon* nos 4 locais.

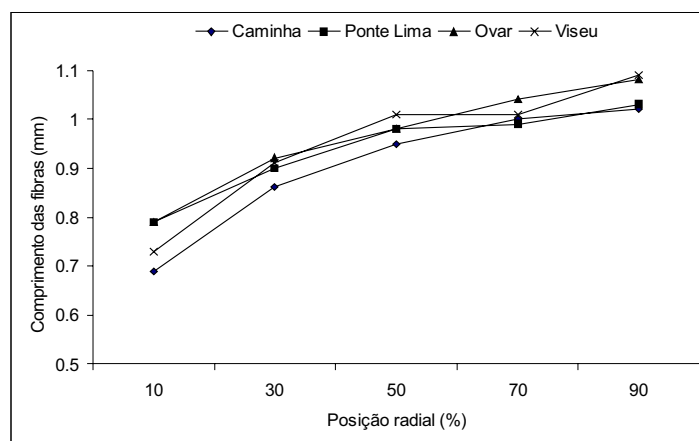


Figura 3 - Variação radial do comprimento das fibras da madeira da *Acacia melanoxylon* nos 4 locais (mm)

A *E. globulus* apresenta o mesmo padrão de variação radial descrito por JORGE (1994), ONOFRE (1999) e JORGE *et al.* (2000).

Variação axial

Axialmente, a tendência de variação do comprimento foi a diminuição da base para o topo da árvore, tanto na madeira como na casca (Figuras 4 e 5); um padrão semelhante de variação axial do comprimento das fibras da madeira foi referido por SAHRI *et al.* (1993) em *A mangium* e JORGE *et al.* (2000) em *E. globulus*.

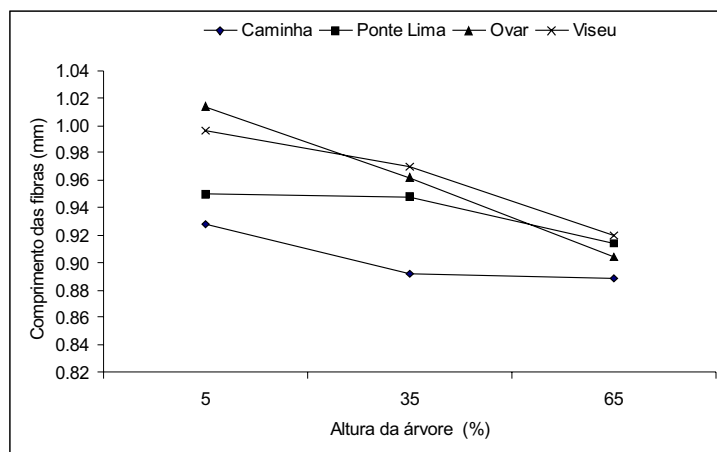


Figura 4 - Variação axial do comprimento das fibras da madeira em *Acacia melanoxylon* nos 4 locais (mm)

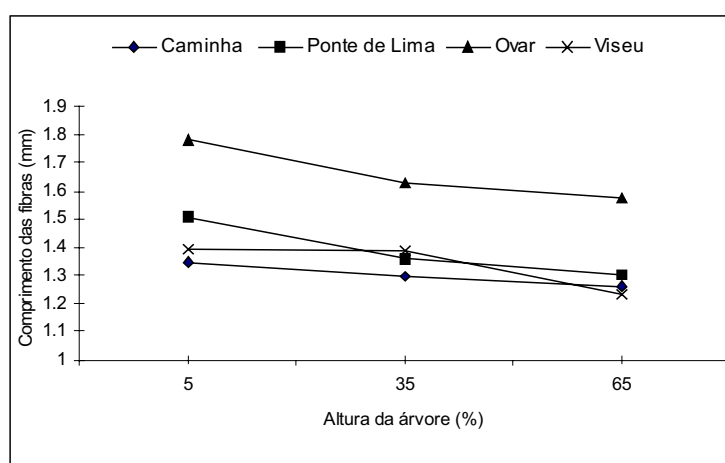


Figura 5 - Variação axial do comprimento das fibras da casca em *melanoxylon* nos 4 locais (mm)

O facto das fibras da madeira e da casca apresentarem um modelo semelhante de variação axial, sugere a existência de um mecanismo de diferenciação semelhante para o floema e xilema na árvore.

Na *E. globulus*, pelo contrário, JORGE *et al.* (2000) e QUILHÓ *et al.* (2000) verificaram a existência de um padrão de variação inverso, i.e. com as fibras da casca maiores no topo da árvore.

Espessura da parede das fibras

A espessura média da parede das fibras nos quatro locais varia entre 3,45 – 3,89 μm para a madeira, registando-se diferenças significativas, e entre 5,01 – 5,40 μm para a casca (Quadro 3). Os locais Ovar e Viseu apresentaram as árvores com menor e maior valor da espessura média da parede, com os valores de 3,09 e 4,15 μm , respectivamente. Nesta espécie as fibras da casca foram cerca de 40% mais espessas do que as fibras da madeira

Quadro 3 - Espessura da parede das fibras da madeira e casca (mm) da *A. melanoxylon* nos quatro locais. Média e desvio padrão de cinco árvores por local

	Caminha	Ponte de Lima	Ovar	Viseu
Madeira (μm)	3,85 \pm 0,04	3,64 \pm 0,10	3,45 \pm 0,02	3,89 \pm 0,07
Casca (μm)	5,01 \pm 0,25	5,12 \pm 0,14	5,40 \pm 0,11	5,36 \pm 0,40

Para a madeira da *A. mangium*, SAHRI *et al.* (1993) referem valores de espessura da parede das fibras entre 3,1-3,5 μm e 4,1-4,5 μm para árvores de 4 e de 8 anos de idade, respectivamente. Os valores obtidos neste trabalho para a *A. melanoxylon* são superiores aos da espessura média da madeira da *E. globulus* com valores de 1,8 μm a 2,3 μm (JORGE, 1994) e de 3,52 μm e 3,27 μm (ONOFRE, 1999).

Em relação à casca, a espessura média da parede das fibras enquadrou-se nos limites indicados para outras espécies da Acacia; ISAIAS *et al.* (2005) para *A. bilimekii* indica 6 μm (4-8 μm) e para *A. cochliacantha* 5 μm (4-8 μm). Em *A. melanoxylon*, as fibras da casca mostraram-se mais finas do que as da casca da *E. globulus*, onde em média a espessura de parede varia entre 6-7 μm (Quilhó *et al.* 2000).

Variação radial

Em média, a espessura de parede das fibras da madeira em *A. melanoxylon* aumentou ligeiramente da medula para a periferia, com algumas flutuações (Figura 6). Na variação radial o valor mínimo foi 3,32 μm junto à medula, em Ovar. e o máximo foi de 3,94 μm , em Viseu, próximo da periferia.

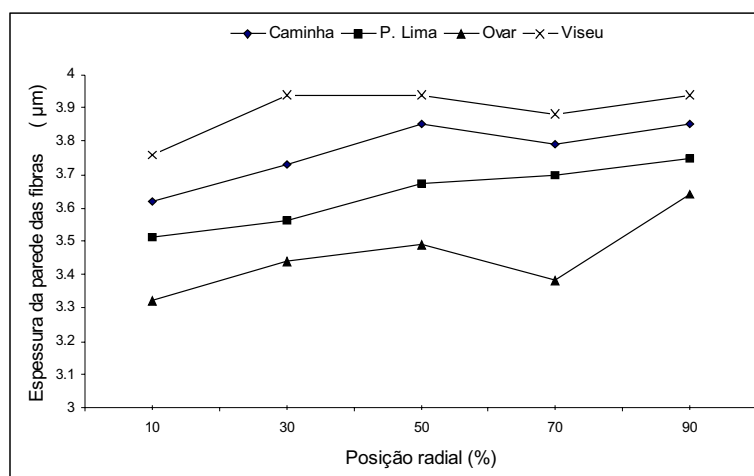


Figura 6 - Variação radial da espessura de parede das fibras da madeira em *melanoxylon* nos 4 locais (mm)

SAHRI *et al.* (1993), em *A. mangium* com árvores de 4 e 8 anos, observaram consideráveis variações radiais na espessura de parede das fibras; SALANG & FUJII (2000), em *A. mangium*, registaram um ligeiro aumento na espessura da medula para a periferia; ISAIAS (2005), em *A. bilimekii*, obteve o valor de 5 μm tanto no centro como na periferia do tronco e em *A. cochliacantha* um ligeiro acréscimo entre a medula e a casca de 5 para 7 μm . Para a *E.*

globulus, JORGE (1994) verificou também um ligeiro aumento da espessura da parede entre o centro e a periferia de 1,6-2,2 μm e 2,0-2,8 μm , enquanto ONOFRE (1999) não encontrou padrão de variação radial.

Variação axial

As Figuras 7 e 8 representam a variação axial da espessura de parede das fibras da madeira e da casca dos quatro locais em *A. melanoxylon*, respectivamente. Axialmente a espessura da parede das fibras na madeira da *A. melanoxylon* não mostrou um padrão de variação específico a 5%, 35% e 65% da altura total da árvore. Contudo, Viseu e Caminha têm valores mais elevados de espessura de parede das fibras tanto na casca como na madeira (Figura 7).

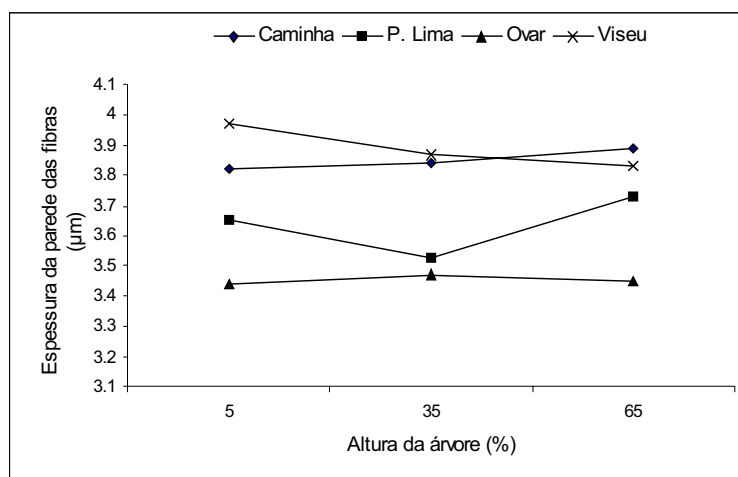


Figura 7 - Variação axial da espessura de parede das fibras da madeira em *melanoxylon* nos 4 locais (μm).

SAHRI *et al.* (1993) em *A. mangium* referem que a espessura da parede das fibras é relativamente fina e varia pouco em espessura, tendo verificado um ligeiro decréscimo com a altura na árvore. Para a *E. globulus*, a espessura da parede das fibras da madeira aumentou da base até ao nível 55% de altura e depois diminuiu para o topo (JORGE, 1994).

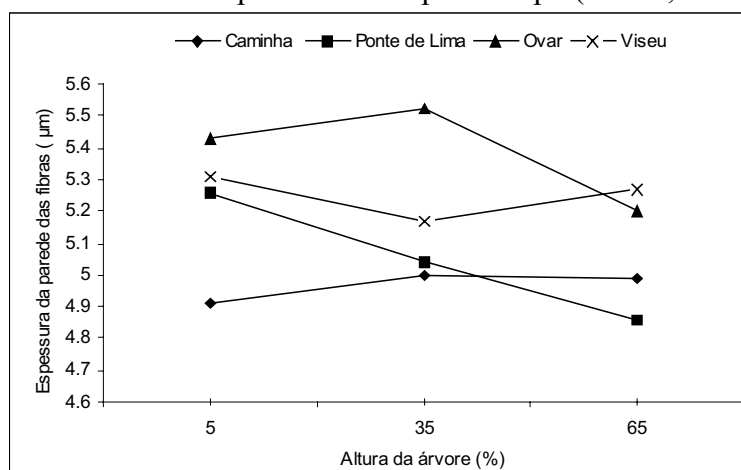


Figura 8 - Variação axial da espessura de parede das fibras da casca em *melanoxylon* nos 4 locais (μm)

Para a casca, a espessura de parede das fibras também não apresentou um padrão específico de variação axial a 5%, 35% e 65% da altura total da árvore (Figura 8). O local Caminha apresentou os valores mais baixos de espessura de parede das fibras e o valor médio mais alto verificou-se no nível 35% do local Ovar (5,52 μm) e o mais baixo ocorreu em Ponte de Lima no nível 65% (3,44 μm). Para a *E. globulus*, a espessura de parede das fibras da casca aumentou da base para o topo da árvore (QUILHÓ *et al.*, 2000).

Conclusões

- As fibras da madeira e da casca da *A. melanoxylon* são fusiformes com crescimento intrusivo apical nas duas extremidades e algumas árvores têm fibras bifurcadas numa das extremidades, tanto na madeira como na casca.
- O comprimento das fibras da madeira aumenta radialmente da medula para a casca. Axialmente as fibras da madeira e da casca diminuem da base para o topo da árvore. Relativamente ao comprimento das fibras da casca encontraram-se diferenças significativas entre locais.
- Na madeira, a espessura de parede das fibras aumenta ligeiramente da medula para a casca, embora com algumas flutuações. A espessura de parede das fibras na madeira e na casca não apresenta um padrão de variação axial específico a 5%, 35% e 65% da altura total da árvore. Em relação à espessura de parede das fibras da madeira existem diferenças significativas entre locais.
- O comprimento das fibras tanto da madeira como da casca da *A. melanoxylon* é semelhante ao da *E. globulus*. Contudo, as fibras da madeira têm paredes mais finas e as da casca têm paredes mais espessas do que as da *E. globulus*.

Agradecimentos

Os autores agradecem o financiamento do trabalho à Fundação para a Ciência e Tecnologia através Programa POCTI, Projecto AGR/42594/2001

Referências bibliográficas

- CELPA, 2007. Indústria Papeleira Portuguesa- Boletim Estatístico. Lisboa
- GHOUSE, A.K.M., IQBAL, M., 1977. Trends of size variation in phloem fibres and sieve-tube cells within the bark of some arid-zone trees. *Flora* **166**: 517-521.
- GIL, C., AMARAL, M^aE., TAVARES, M., SIMÕES, R., 1999. Estudo do potencial papeleiro da *Acacia spp.* 1^o Encontro de invasoras lenhosas. 16 a 18 de Novembro. Gerês. 171-178. Ed. S.P.C.F. 253 pg
- ISAIAS, Q. ALEXANDRA; VELAZQUEZ NUNEZ, MARIANA; SOLARES ARENAS, FORTUNATO; de la PAZ PÉREZ OLVERA, CARMEN; TORRE-BLANCO, ALFONSO, 2005. Secondary stem anatomy and uses of four drought-deciduous species of a tropical dry forest in México. *Rev. biol. Trop.* **53**(1-2) 29-48. ISSN 0034-7744
- IQBAL, K., GHOUSE, A.K.M., 1983. An analytical study on cell size variation in some arid zone trees of India: *Acacia nilotica* and *Prosopis spicigera*. *IWA Bull.* n.s. **4**(1): 46-52.
- ILVESSALO-PFAFFLI, 1995. Fiber atlas – identification of paper making fibres. Springer Series in Wood Science. 400p

- JENNINGS, S.M., WILKINSON, G.R., UNWIM, G.L., 2003 Response of blackwood (*Acacia melanoxylon*) regeneration to silvicultural removal of competition in regrowth eucalypt forests of north-west Tasmania, Australia. *For. Ecol. Manage.* **177**: 75-83
- JORGE, M^a FATIMA C.T.F., 1994. Variabilidade anatômica, física e química da madeira da *Eucalyptus globulus* Labill.. Tese de doutoramento. Universidade Técnica de Lisboa. Instituto Superior de Agronomia. Lisboa.
- JORGE, F., QUILHÓ, T., PEREIRA, H., 2000. Variability of fibre length in wood and bark in *Eucalyptus globulus*. *IAWA Journal* 21: 41-48.
- LEITE, A., SANTOS, C., SARAIVA, I., PINHO, J.R., 1999. O planeamento florestal e as espécies invasoras. 1^o Encontro de Invasoras Lenhosas. Gerês. 16-18 de Maio .Ed. S.P.C.F. 253 pg.
- ONOFRE, R.A.G., 1999. Variabilidade anatômica da madeira da *Eucalyptus globulus* Labill. Proveniente de povoamentos da Soporcel, em condições de crescimento contrastantes. Relatório do trabalho de fim de curso de Engenharia Florestal. Universidade Técnica de Lisboa. Instituto Superior de Agronomia. Lisboa. 74 p
- PEDIEU, R., RIEDEL B., PICHETTE, A., 2009. Properties of mixed particleboards based on white birch (*Betula papyrifera*) inner bark particles and reinforced with wood fibres. *Eur. J. Wood Products* 67: 95 - 101
- QUILHÓ T., 1998. Variabilidade da estrutura anatômica da casca de *Eucalyptus globulus* Labill. Ph. D. thesis. Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa. 224 pp.
- QUILHÓ, T., PEREIRA, H., RICHTER, H.G., 2000. Within-tree variation in phloem cell dimensions and proportions in *Eucalyptus globulus*. *IAWA J.* **21**(1): 31-40.
- SAHRI, M.H., IBRAHIM, F.H., SHUKOR, N.A., 1993. Anatomy of *Acacia mangium* grown in Malaysia. *IAWA J.* **14**: 245-251
- SALANG, A.T., FUJII, T., 2000. Physical and Anatomical Characteristics of *Acacia mangium* Willd planted in Sarawak, Malaysia. XXI IUFRO World Congress 2000, 7-12 August 2000. Kuala Lumpur , Malásia
- SANTOS, A., ANJOS, O., SIMÕES, R., 2005. Avaliação da qualidade do papel produzido com fibras de *Acacia spp.* *Silva Lusitana* **13**(2): 249-266.